

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5771702号
(P5771702)

(45) 発行日 平成27年9月2日 (2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月3日 (2015.7.3)

(51) Int. Cl.

F I

B 0 1 J 19/08 (2006.01)
C 1 0 J 3/00 (2006.01)
C 1 0 J 3/46 (2006.01)
F 2 2 G 1/16 (2006.01)
H 0 5 H 1/24 (2006.01)

B 0 1 J 19/08 E
C 1 0 J 3/00 E
C 1 0 J 3/46 H
F 2 2 G 1/16
H 0 5 H 1/24

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2013-546569 (P2013-546569)
 (86) (22) 出願日 平成23年8月11日 (2011.8.11)
 (65) 公表番号 特表2014-508635 (P2014-508635A)
 (43) 公表日 平成26年4月10日 (2014.4.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2011/078242
 (87) 国際公開番号 W02012/088887
 (87) 国際公開日 平成24年7月5日 (2012.7.5)
 審査請求日 平成25年8月22日 (2013.8.22)
 (31) 優先権主張番号 201010617855.0
 (32) 優先日 平成22年12月31日 (2010.12.31)
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(73) 特許権者 512244657
 武▲漢凱▼迪工程技▲術▼研究▲総▼院有
 限公司
 中華人民共和国 湖北省武▲漢▼市江夏区
 ▲廟▼山▲開発▼区江夏大道特1号
 (74) 代理人 100103207
 弁理士 尾崎 隆弘
 (72) 発明者 ▲陳義龍▼
 中華人民共和国 湖北省武▲漢▼市▲東▼
 湖新技▲述開発▼区江夏大道特1号▲凱▼
 迪大▲厦▼
 (72) 発明者 張岩▲豐▼
 中華人民共和国 湖北省武▲漢▼市▲東▼
 湖新技▲述開発▼区江夏大道特1号▲凱▼
 迪大▲厦▼

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマを使用する活性粒子に富む高温水蒸気の調製方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマを使用することにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する方法であって、

1) 水蒸気を準備し、1または幾つかの非酸化ガスを作用ガスとして選択し、プラズマ発生器を使用することにより、前記作用ガスを高温プラズマ作用媒体にイオン化する工程と、

2) 前記高温プラズマ作用媒体を高温水蒸気発生器に注入して、高温イオン化環境を形成しつつ、前記水蒸気の一部を案内羽根を介して高温水蒸気発生器に高速で導入して、水蒸気が加熱および活性化され、活性粒子に富む水蒸気を形成するように、前記水蒸気を前記高温プラズマ作用媒体と接触させる工程とを含み、

前記高温水蒸気発生器のハウジングは、徐々に拡大する段構造であり、

前記ハウジングは2から4個の段を含み、

前記ハウジングの2から4個の段の上流側にはそれぞれの段に対応する環状間隙が配置されており、

前記環状隙間は、前記ハウジングの壁部を貫通するように形成された間隙と、該間隙と連通し前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙とからなり、

前記高温水蒸気発生器ハウジングの徐々に拡大する段は、各々300～800mmの長さを有し、

前記環状間隙のうち、前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙は、3から15mmの径方向幅を有し、

前記水蒸気の一部は、前記環状間隙を通り前記高温水蒸気発生器へ案内され、保護を目的として、前記高温水蒸気発生器の前記ハウジングの前記内壁上に低温水蒸気膜を形成する方法。

【請求項2】

前記工程1)の作用ガスは、前記プラズマ発生器により、2727～11727℃(3000～12000K)の温度を有する高温プラズマにイオン化される、請求項1の方法。

10

【請求項3】

前記作用ガスは窒素である、請求項1または2の方法。

【請求項4】

前記工程2)の高温プラズマ作用媒体は、30～100m/sの速度で前記高温水蒸気発生器に注入され、

前記案内羽根を介して高温水蒸気発生器に高速で導入される水蒸気は、5～30m/sの速度で前記高温水蒸気発生器に注入され、

前記高温プラズマ作用媒体と前記高温水蒸気発生器への前記水蒸気の質量流量比は、前記高温水蒸気発生器の排出口での前記水蒸気が、727～3727℃(1000～4000K)の温度を有するように調節される請求項1または2の方法。

20

【請求項5】

前記高温水蒸気発生器に供給される前記水蒸気は飽和水蒸気である、請求項1または2の方法。

【請求項6】

プラズマを使用することにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する装置であって、

プラズマ発生器と、

高温水蒸気発生器とを含み、

高温プラズマ供給口は前記高温水蒸気発生器の一端中心部に配置されると共に、前記プラズマ発生器の排出口と連通しており、

30

前記プラズマ発生器には非酸化ガス供給口が設けられており、

環状水蒸気供給口は、前記高温プラズマ供給口を包囲するように設けられ、

案内羽根は前記環状水蒸気供給口の内部に載置され、

前記高温水蒸気発生器のハウジングは、徐々に拡大する段構造であり、

前記ハウジングは2から4個の段を含み、

前記ハウジングの2から4個の段の上流側にはそれぞれの段に対応する環状間隙が配置されており、

前記環状間隙は、前記ハウジングの壁部を貫通するように形成された間隙と、該間隙と連通し前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙とからなり、

40

前記高温水蒸気発生器ハウジングの徐々に拡大する段は、各々300～800mmの長さを有し、

前記環状間隙のうち、前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙は、3から15mmの径方向幅を有し、

水蒸気の一部は、前記環状間隙を通り前記高温水蒸気発生器へ案内され、保護を目的として、前記高温水蒸気発生器の前記ハウジングの前記内壁上に低温水蒸気膜を形成する装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマを使用することにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する方法および装置に関し、より詳細には、石炭、バイオマスおよびゴミのガス化並びに転換過程において、ガス化の度合いを高めるために使用される高温高活性水蒸気の調製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

水蒸気熱プラズマは、石炭、バイオマスおよびゴミのガス化並びに転換において使用されるものであり、ガス化の度合いを高めると共に、合成ガス中における H_2 の有効ガス比を調節可能とすることにより、合成ガスを特定の用途における様々な要件を満たすようにすることができる。熱プラズマに基づく水蒸気ガス化技術は、世界中の研究分野で注目されている。従来の水蒸気ガス化方法では、水蒸気をプラズマの作用ガスとして採用している。しかしながら、水蒸気は酸化能力を有することから、一定の度合いで電極消耗を加速し、電極の耐用寿命が短縮されてしまう。そのため、プラズマガス化の発展は、大きく制限されている。

10

【0003】

特許文献1は、プラズマ熱分解と、水素、 CH_4 、および水蒸気を作用ガスとしたガス化により、合成ガスを調製する方法を開示している。しかしながら、酸化水蒸気は一定の度合いで電極の消耗を加速するので、電極の耐用寿命が短縮される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】中国特許出願第01129931.2号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の問題に鑑み、本発明の目的の一つは、プラズマを用いることにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する方法および装置を提供することである。本方法は、水蒸気を加熱する高温のプラズマを生成して、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を産出するために、非酸化ガスを作用ガスとして採用することにより、水蒸気と電極の接触を回避すると共に、電極の耐用年数を長期化させる。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の技術的構成は以下のとおりである。プラズマを使用することにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する方法は、以下の工程を含む。

【0007】

1) 水蒸気を準備し、1または幾つかの非酸化ガスを作用ガスとして選択し、プラズマ発生器を使用することにより、作用ガスを高温プラズマ作用媒体にイオン化する工程。

【0008】

40

2) 高温プラズマ作用媒体を高温水蒸気発生器に注入して、高温イオン化環境を形成しつつ、水蒸気の一部を案内羽根を介して高温水蒸気発生器に高速で導入することにより、水蒸気が加熱活性化されて活性粒子に富む水蒸気を形成するように、水蒸気を高温プラズマ作用媒体と接触させる工程。

前記高温水蒸気発生器のハウジングは、徐々に拡大する段構造であり、前記ハウジングは2から4個の段を含み、前記ハウジングの2から4個の段の上流側にはそれぞれの段に対応する環状間隙が配置されており、前記環状間隙は、前記ハウジングの壁部を貫通するように形成された間隙と、該間隙と連通し前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙とからなり、前記高温水蒸気発生器ハウジングの徐々に拡大する段は、各々300～800mmの長

50

さを有し、前記環状間隙のうち、前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙は、3から15mmの径方向幅を有し、前記水蒸気の一部は、前記環状間隙を通り前記高温水蒸気発生器へ案内され、保護を目的として、前記高温水蒸気発生器の前記ハウジングの前記内壁上に低温水蒸気膜を形成する。

【0009】

工程1)の作用ガスはプラズマ発生器によって、2727～11727℃(3000～12000K)の温度を有する高温プラズマにイオン化される。

【0010】

好適には、作用ガスは窒素である。

10

【0011】

工程2)の高温プラズマ作用媒体は、30～100m/sの速度で、高温水蒸気発生器に注入される。前記案内羽根を介して高温水蒸気発生器に高速で導入される水蒸気は、5～30m/sの速度で、高温水蒸気発生器に注入される。高温水蒸気発生器における高温プラズマ作用媒体と水蒸気の質量流量比は、高温水蒸気発生器排出口の水蒸気温度が727～3727℃(1000～4000K)となるように調節される。

【0013】

好適には、高温水蒸気発生器に投入される水蒸気は、飽和水蒸気である。

【0014】

プラズマを使用することにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する装置は、プラズマ発生器と、高温水蒸気発生器を含む。高温プラズマ供給口は、高温水蒸気発生器の一端中央部に配置されると共に、プラズマ発生器の排出口と連通する。プラズマ発生器には非酸化ガス供給口が設けられる。環状水蒸気供給口は、高温プラズマ供給口を包囲するように設けられる。案内羽根は環状水蒸気供給口内部に載置される。前記高温水蒸気発生器のハウジングは、徐々に拡大する段構造であり、前記ハウジングは2から4個の段を含み、前記ハウジングの2から4個の段の上流側にはそれぞれの段に対応する環状間隙が配置されており、前記環状間隙は、前記ハウジングの壁部を貫通するように形成された間隙と、該間隙と連通し前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙とからなり、前記高温水蒸気発生器ハウジングの徐々に拡大する段は、各々300～800mmの長さを有し、前記環状間隙のうち、前記ハウジングの内壁と該内壁に対向する部材との間に形成され前記高温水蒸気発生器の下流側に向けて解放されている間隙は、3から15mmの径方向幅を有し、前記水蒸気の一部は、前記環状間隙を通り前記高温水蒸気発生器へ案内され、保護を目的として、前記高温水蒸気発生器の前記ハウジングの前記内壁上に低温水蒸気膜を形成する。

20

30

【0018】

本発明の効果は以下のとおりである。

【0019】

本方法は、非酸化ガスを作用ガスとして採用しており、プラズマ発生器に腐食が生じない。加えて、水蒸気は個々の供給口から導入され、水蒸気は電極と接触しないので、電極の耐用寿命が長くなる。

40

【0020】

水蒸気は、環状水蒸気供給口内部に載置される回転案内羽根を介して、高温水蒸気発生器の高温イオン化環境に高速で導入されるので、水蒸気は高温プラズマと瞬時に混合されて接触し、且つ加熱および活性化されて、活性粒子に富む水蒸気が形成される。高温プラズマ作用媒体と高温水蒸気発生器の水蒸気の質量流量比は、高温水蒸気発生器の排出口における水蒸気の温度が、727～3727℃(1000～4000K)となるように調節されることにより、ガス化要件を満たす。水蒸気の一部は環状間隙を通り高温水蒸気発生器に案内され、保護を目的として、高温水蒸気発生器の壁部上に低温水蒸気膜を形成する。

【図面の簡単な説明】

50

【0021】

【図1】プラズマを使用することにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する装置の構造図。

【図2】図1のA-A線視断面図。

【図3】図1のB-B線視断面図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1～3に示すように、プラズマを使用することにより、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する装置は、プラズマ発生器1と、高温水蒸気発生器2を含む。高温プラズマ供給口4は、高温水蒸気発生器2の一端中心部に配置されており、プラズマ発生器1の排出口1bと連通する。プラズマ発生器1には非酸化ガス供給口1aが設けられる。環状水蒸気供給口3dは、高温プラズマ供給口4を包囲するように設けられる。案内羽根7は環状水蒸気供給口3d内部に載置される。環状水蒸気供給口3dは、環状空隙およびノズル3d1を介して、圧力コンベア3と連通する。6は、環状水蒸気供給口3dの穿孔板を表わす。5は、高温且つ活性粒子に富む水蒸気を排出する高温水蒸気発生器2の排出口を表わす。

10

【0023】

高温水蒸気発生器2は、徐々に拡大する段構造のハウジングを含む。ハウジングは1から4個の段を含む。一例として、高温水蒸気発生器2の3段ハウジングを挙げると、高温水蒸気発生器2のハウジングは、区分2a、2b、2cを含む。環状間隙3a、3b、3cは、ハウジングの隣接する2つの段全ての間に配置されており、水蒸気を高温水蒸気発生器に流入させる。環状間隙3a、3b、3cは、環状空隙が設けられたノズル3a1、3b1、3c1を介して、圧力コンベア3と連結される。

20

【0024】

高温水蒸気発生器のハウジングの徐々に拡大する段は各々、300～800mmの長さを有する。ハウジングは耐火材料から作られる。

【0025】

環状間隙は、3から15mmの径方向幅を有する。

【0026】

プラズマを使用することにより高温且つ活性粒子に富む水蒸気を調製する方法は、以下の工程を含む。

30

【0027】

1) 水蒸気を準備し、作用ガスとして1または幾つかの非酸化ガスを選択し、プラズマ発生器を使用することにより、作用ガスを高温プラズマ作用媒体にイオン化する工程。

【0028】

2) 高温プラズマ作用媒体を高温水蒸気発生器に注入して、高温イオン化環境を形成しつつ、水蒸気の一部を、案内羽根を介して高温水蒸気発生器に高速で導入して、水蒸気が加熱および活性化されて活性粒子に富む水蒸気を形成するように、水蒸気を高温プラズマ作用媒体と接触させる工程。

【0029】

40

工程1)の作用ガスは、プラズマ発生器により、2727～11727℃(3000～12000K)の温度を有する高温プラズマにイオン化される。

【0030】

水蒸気には、不飽和水蒸気、飽和水蒸気、過熱水蒸気、水蒸気と空気および／または酸素の混合物が含まれる。好適には、水蒸気は飽和水蒸気である。

【0031】

一般的な非酸化ガスには、Ar、N₂、H₂、CO₂およびCH₄が含まれる。好適には、非酸化ガスは窒素である。

【0032】

工程2)の高温プラズマ作用媒体は、30～100m/sの速度で、高温水蒸気発生器

50

に注入される。水蒸気は、 $5 \sim 30 \text{ m/s}$ の速度で、高温水蒸気発生器に注入される。高温プラズマ作用媒体と高温水蒸気発生器中の水蒸気の質量流量比は、高温水蒸気発生器排出口での水蒸気の温度が $727 \sim 3727^\circ\text{C}$ ($1000 \sim 4000 \text{ K}$)であるように調節される。

【0033】

1～4個の環状間隙が高温水蒸気発生器のハウジング上に所定間隔をあけて配置される。水蒸気の一部は、圧力コンベアにより、環状間隙を通り高温水蒸気発生器まで案内されると共に、保護を目的として、高温水蒸気発生器の内壁上に低温水蒸気膜を形成する。

【0034】

高温水蒸気発生器ハウジングの徐々に拡大する段は各々、 $300 \sim 800 \text{ mm}$ の長さを有する。環状間隙は、 $3 \sim 15 \text{ mm}$ の径方向幅を有する。

【実施例1】

【0035】

作用ガス N_2 は、プラズマ発生器1により 2727°C (3000 K)の温度の高温プラズマにイオン化されると共に、 30 m/s の速度で高温水蒸気発生器2に注入されることにより、 2727°C (3000 K)の高温イオン化環境が形成される。飽和水蒸気の一部は、案内羽根が設けられた環状水蒸気供給口3dを通り高温水蒸気発生器2まで、回転流の形態をなして 10 m/s の速度で導入され、且つ、水蒸気は高温プラズマと接触する。残りの水蒸気は、環状間隙3a、3b、3cを介して高温水蒸気発生器2まで、 5 m/s の速度で案内されるとともに、保護を目的として、高温水蒸気発生器2の壁部上に低温水蒸気膜を形成する。高温プラズマにはイオン化活性粒子が豊富に含まれているので、飽和蒸気が高温プラズマと混合されて接触した時に、水蒸気は加熱されて、活性粒子(活性 H_2O 、活性H、活性Oおよび HO^- 、 H^- 、 O^{+2})に富む高温水蒸気にイオン化される。水蒸気は反応後に、高温水蒸気発生器2の排出口5において、温度が 1227°C (1500 K)となり、ガス化のためにガス化装置に直接搬送される。

【実施例2】

【0036】

作用ガス CO_2 は、プラズマ発生器1により 4727°C (5000 K)の温度を有する高温プラズマにイオン化され、 70 m/s の速度で高温水蒸気発生器2に注入されることにより、 4727°C (5000 K)の高温イオン化環境が形成される。飽和水蒸気の一部は、案内羽根が設けられた環状水蒸気供給口3dを通り高温水蒸気発生器2まで、回転流の形態をなして 15 m/s の速度で導入され、且つ、水蒸気は高温プラズマと接触する。残りの水蒸気は、 7 m/s の速度で環状間隙3a、3b、3cを通り、高温水蒸気発生器2まで案内され、保護を目的として、高温水蒸気発生器2の壁部上に低温水蒸気膜を形成する。高温プラズマにはイオン化活性粒子が豊富に含まれているので、飽和蒸気が高温プラズマと混合されて接触した時に、水蒸気は加熱されて、活性粒子(活性 H_2O 、活性H、活性Oおよび HO^- 、 H^- 、 O^{+2})に富む高温水蒸気にイオン化される。水蒸気は反応後に、高温水蒸気発生器2の排出口5において、温度が 2127°C (2400 K)となり、ガス化のためにガス化装置に直接搬送される。

【実施例3】

【0037】

作用ガスArは、プラズマ発生器1により 11727°C (12000 K)の温度を有する高温プラズマにイオン化され、 100 m/s の速度で高温水蒸気発生器2に注入されることにより、 9727°C (10000 K)の高温イオン化環境が形成される。飽和水蒸気の一部は、案内羽根が設けられた環状水蒸気供給口3dを通り高温水蒸気発生器2まで、回転流の形態をなして 30 m/s の速度で導入され、且つ、水蒸気は高温プラズマと接触する。残りの水蒸気は、 10 m/s の速度で、 10 mm の幅を有する環状間隙3a、3b、3cを通り、高温水蒸気発生器2まで案内され、保護を目的として、高温水蒸気発生器2の壁部上に低温水蒸気膜を形成する。高温プラズマにはイオン化活性粒子が豊富に含まれているので、飽和蒸気が高温プラズマと混合されて接触した時に、水蒸気は加熱されて

、活性粒子（活性 H_2O 、活性 H 、活性 O および HO^- 、 H^- 、 O^{+2} ）に富む高温水蒸気にイオン化される。水蒸気は反応後に、高温水蒸気発生器2の排出口5において、温度が 2727°C （ 3000K ）となり、ガス化のためにガス化装置に直接搬送される。

【0038】

本発明の高温水蒸気発生器の水蒸気供給口は、水蒸気が電極と接触しないように独立して構成される。従って、非酸素ガスをイオン化媒体として採用すると共に、水蒸気を高温水蒸気発生器に流入させるために独立した供給口を導入した上記の技術的構成が、本発明の保護範囲に含まれる。

【符号の説明】

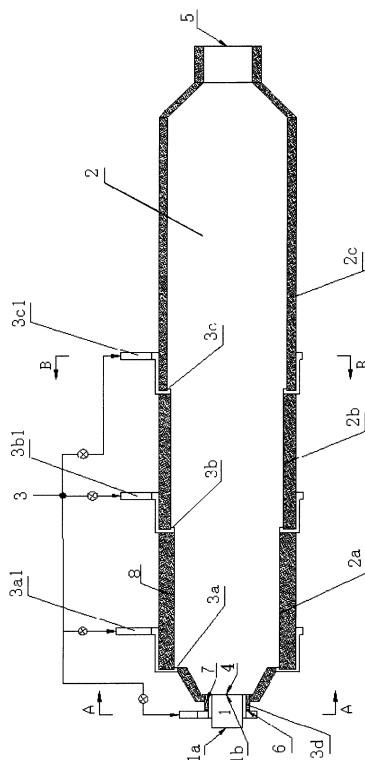
【0039】

- 1 プラズマ発生器
- 1 a 非酸化ガス供給口
- 1 b 排出口
- 2 高温水蒸気発生器
- 3 圧力コンベア
- 3 a, 3 b, 3 c 環状間隙
- 3 d 環状水蒸気供給口
- 3 a 1, 3 b 1, 3 c 1, 3 d 1 ノズル
- 4 高温プラズマ供給口
- 5 高温水蒸気発生器の排出口
- 6 穿孔板
- 7 案内羽根

10

20

【図1】



【図2】

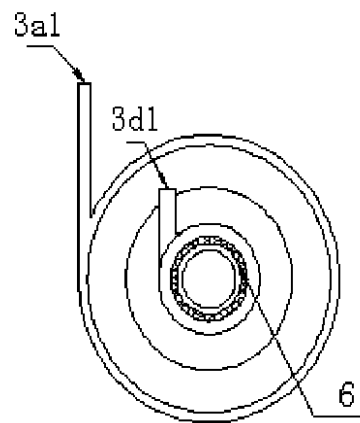


图2

【図 3】

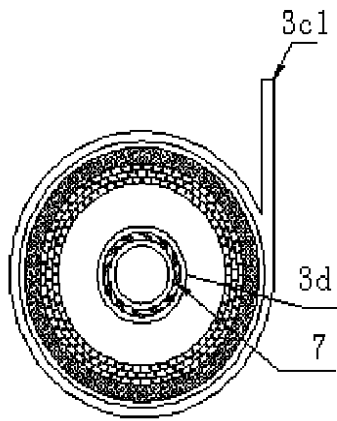


图 3

フロントページの続き

(72)発明者 曹民俠

中華人民共和国 湖北省武漢市東湖新技术开发区江夏大道特1号凱迪大廈

(72)発明者 李宏

中華人民共和国 湖北省武漢市東湖新技术开发区江夏大道特1号凱迪大廈

審査官 長谷川 真一

(56)参考文献 特表2007-522935 (JP, A)

特開2008-240303 (JP, A)

特開2007-326089 (JP, A)

特開平08-185880 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01J 10/00-12/02

B01J 14/00-19/32

F22G 1/16

H05H 1/24

C10J 3/00

C10J 3/46